

**SIMULASI DATA CURAH HUJAN HARIAN MENGGUNAKAN  
STOKASTIK RANTAI MARKOV DENGAN ORDE 3 X 3  
(STUDI KASUS : DAERAH ALIRAN SUNGAI KAMPAR)**

**Rahmad Sandi<sup>1)</sup>, Bambang Sujatmoko<sup>2)</sup>, Mardani Sebayang<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : [rahmadsandi.0807113515@gmail.com](mailto:rahmadsandi.0807113515@gmail.com)

*ABSTRACT*

*The purpose of this study is to predict daily rainfall data and gain an overview of the parameters of daily rainfall simulation models to investigate two state, the dry state and the wet state. Analysis of daily rainfall simulation models in the Kampar river basin consists of two main models, namely simulated rainy days and dry days and simulation of the rainfall with Markov chain . Daily rainfall data 1983 to 2010. The stations are Koto Baru Station, Muara Lembu Station, Pasar Kampar station, Lipat Kain station. Rainfall data were divided into 4 length data 10, 15, 20 and 27 years. Each time series was constructed such that the events in question had the same opportunities as continuous recording results. Rainfall simulation results were tested using Chi Square test. With the increase in length of data used, generally will result in the value of Chi-Square are smaller and have a smaller error rate..*

*Keywords: dry state, wet state, Markov chain, length of data, chi squared test*

**A. PENDAHULUAN**

Keberhasilan dalam perencanaan curah hujan ditentukan oleh tersedianya data yang kontinyu dan akurat, serta analisis hidrologi yang sesuai. Dalam beberapa kasus sering ditemukan bahwa catatan curah hujan yang panjang tidak tersedia, keadaan ini dapat diakibatkan rusaknya alat pengukur atau sebab lainnya. Dengan demikian, data curah hujan yang terlalu pendek menjadi kurang mewakili untuk suatu perencanaan yang teliti. Hal ini merupakan suatu kekurangan serius, sebab suatu rangkaian data penelitian yang didapat tidaklah identik dengan kejadian di masa mendatang, sehingga sifat data tersebut kurang memberikan informasi untuk suatu perancangan yang teliti.

Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan yang sering terjadi dalam pencatatan data curah hujan tersebut maka digunakan model stokastik untuk menurunkan data, yang menirukan sifat statistik data tercatat. Melalui fungsi matematis dapat dibuat rangkaian waktu hasil pencatatan, tetapi dengan tetap

mempertahankan sebagian dari sifat-sifat statistiknya. Analisa stokastik digunakan karena faktor ketidakpastian yang menyertai suatu karakteristik hidrologis.

Sama halnya seperti yang terjadi pada stasiun pengukur curah hujan yang ada di wilayah Daerah Aliran Sungai Kampar, Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Dimana data curah hujan yang didapat dari 4 stasiun pengukur curah hujan, yaitu Stasiun Pasar Kampar, Stasiun Muara Lembu, Stasiun Lipat Kain, dan Stasiun Koto Baru pada tahun lalu tidaklah sama dengan curah hujan pada tahun yang akan datang.

Salah satu model analisis stokastik yang dapat dipergunakan untuk mengatasi ketidakpastian ini adalah model stokastik rantai markov. Dimana stokastik rantai markov ini merupakan suatu bentuk khusus dari model probabilistik yang bersifat bahwa peluang keadaan proses pada suatu saat bergantung pada keadaan hari hari sebelumnya.

Stokastik rantai Markov telah banyak diterapkan oleh beberapa peneliti

hususnya dalam bidang hidrologi di berbagai negara. Di Indonesia rantai Markov telah diterapkan di Yogyakarta yaitu daerah irigasi Van Der Wijck dan Irigasi Kali Progo oleh Erwanto, *et al* pada tahun 2006. Hasil penelitian Erwanto, *et al* (2006) menyatakan bahwa stokastik rantai markov dapat memberikan hasil yang memuaskan dan cukup mewakili.

Di daerah Riau telah ada dilakukan beberapa penelitian yang berhubungan dengan rantai Markov. Muhammad Khalilullah (2012) melakukan simulasi pada kawasan DAS Kampar dan memberikan hasil kecocokan simulasi rantai Markov yang mempunyai nilai terkecil 10 % dan nilai terbesar 44,2 %, begitu pula penelitian Berlina Julyanti (2013) yang melakukan simulasi pada kawasan DAS Siak dan memberikan hasil kecocokan simulasi rantai Markov yang mempunyai nilai terkecil 20,21 % dan nilai terbesar 42.6 %. Nilai kecocokan berkisar dibawah 50 %.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Simulasi hari hujan dan hari kering

Jadi probabilitas dari hari hujan dengan lamanya hari  $m$  dan probabilitas hari kering dengan lamanya hari  $k$  adalah :

$$Pr(X = m) = (p_0 + p_2)^{(m-1)} p_1$$

$$Pr(Y = k) = (p_3 + p_5) p_4^{(k-1)}$$

Adapun langkah-langkah simulasinya adalah sebagai berikut:

1. Buat matriks 3X 3 probabilitas transisi dari hari basah dan kering, dan tentukan nilai  $p_1$  hingga  $p_8$ .

Keadaan	Hujan	Kering	Hujan
Hujan	$P_0$	$P_1$	$P_2$
Kering	$P_3$	$P_4$	$P_5$
Hujan	$P_6$	$P_7$	$P_8$

2. Gunakan nilai  $p_0$  hingga  $p_5$  ke dalam persamaan di atas.
3. Langkah no. 2 dikumulatikan, dua fungsi distribusi kumulatif  $F(k)$  dan  $G(m)$ .

4. Gunakan bilangan acak distribusi seragam pada interval (0,1) untuk membaca durasi hari basah dari fungsi distribusi hari basah dan bilangan acak yang lain untuk membaca durasi hari kering dari fungsi distribusi hari kering.
5. Langkah no. 4 diulang secara bergantian untuk hari basah dan kering dan berakhir ketika jumlah hari hingga sama dengan atau lebih besar dari banyak hari yang akan rencanakan.
6. Langkah no. 4 dan no. 5 dilakukan - ulang dengan mengganti angka sehingga didapatkan hasil yang memuaskan

### 2. Mensimulasikan besar curah hujan

Adapun langkah-langkah simulasi menggunakan stokastik rantai Markov adalah sebagai berikut:

1. Rentang data dibagi dalam kelas sebanyak  $K$ ,
2. Buat matriks dengan ordo  $(K) \times (K)$ ,  
Keadaan akhir

$$\text{Keadaan awal} \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1j} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{i1} & f_{i2} & \cdots & f_{ij} \end{bmatrix}$$

3. Matrik tersebut digunakan untuk menentukan matrik probabilitas transisi :
4. Untuk melengkapi model, tentukan nilai  $p_{ij}$ . Dalam penelitian ini digunakan distribusi gamma untuk setiap kelas, yaitu:

$$p_{ij} = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_{x_1}^{x_2} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx$$

5. Hitung parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  distribusi gamma untuk tiap interval, yaitu:

$$\alpha = \frac{\mu^2}{\sigma^2} \text{ dan } \beta = \frac{\sigma^2}{\mu}$$

dengan:

$\mu$  = nilai rata-rata dari frekuensi tiap kelas

$\sigma^2$  = nilai variansi dari frekuensi tiap kelas

6. Setelah konstruksi matriks transisi lengkap, angka acak pada interval (0,1) dihasilkan sebagai probabilitas transisi nilai curah hujan berikutnya ( $r_i$ ) didapatkan berkaitan dengan probabilitas  $P_{oi}$  dengan memasukkan kolom pertama matriks transisi. Prosedur ini diulang dengan menghasilkan angka acak berikutnya dan memasukkan kolom ke  $i$  dari matriks transisi.
7. Proses simulasi dilakukan secara simultan pada 4 stasiun pengukur hujan dengan menggunakan rangkaian yang sama dari angka acak dan matriks transisi yang berbeda pada masing-masing stasiun.

### 3. Uji Kecocokan

Uji kecocokan bertujuan untuk menentukan tingkat penyimpangan atau perbedaan antara data pengamatan dengan hasil simulasi. Dengan membandingkan dua data tersebut maka dapat disimpulkan apakah simulasi menggunakan rantai Markov ini mampu meramal curah hujan yang akan datang dengan panjang data tertentu. Untuk mengetahui tingkat kesalahan dari simulasi, pada penelitian ini dilakukan uji kecocokan berupa uji Chi-Kuadrat.

Dikarenakan data yang diuji adalah data rasio, maka data harus dibentuk dalam kelas-kelas sehingga menjadi data nominal. Rumus dasar Chi-Kuadrat adalah (Suripin, 2004):

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dengan:

$\chi_h^2$  = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

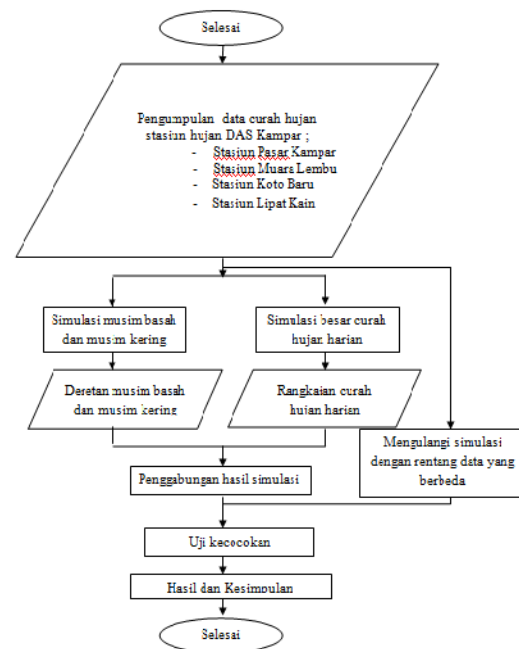
$n$  = Jumlah sub kelompok

$O_i$  = Frekuensi dari data yang diobservasi pada sub kelompok  $i$

$E_i$  = Frekuensi dari data yang diharapkan pada sub kelompok  $i$  dengan derajat kebebasan ( $dk$ ) =  $n - 1$

### C. METODOLOGI PENELITIAN

Proses pelaksanaan studi ini pada prinsipnya terbagi dalam tiga bagian yaitu pengumpulan data, pengolahan data/perhitungan dan keluaran berupa hasil analisa sebagai rekomendasi kepada pihak yang membutuhkan. Langkah-langkah yang diambil dalam prosedur penelitian ini adalah studi literatur dan pengumpulan data. Pola pikir pelaksanaan studi dalam penelitian ini adalah seperti yang digambarkan dalam bagan alir di bawah ini.



Gambar 3.1. Bagan alir penelitian

### D. HASIL DAN PEMBAHASA

#### 1. Frekuensi probabilitas bersyarat hari hujan dan kering

Tabel 1. Probabilitas Hari hujan dan Kering

Periode	Hari	basah	kering	basah	total	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	basah	768	701	742	2211	0,3474	0,3171	0,3356						
	kering	695	1079	694	2468				0,2816	0,4372	0,2812			

Periode	Hari	basah	kering	basah	total	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
	basah	742	701	663	2106							0,3523	0,3329	0,3148
2	basah	309	583	297	1189	0,2599	0,4903	0,2498						
	kering	590	1839	598	3027				0,1949	0,6075	0,1976			
	basah	305	611	313	1229							0,2482	0,4972	0,2547
3	basah	709	693	685	2087	0,3397	0,3321	0,3282						
	kering	691	1201	701	2593				0,2665	0,4632	0,2703			
	basah	687	699	668	2054							0,3345	0,3403	0,3252

(Sumber : perhitungan)

## 2. Perhitungan untuk Rantai Markov untuk Hari Hujan dan Kering

Tabel 2. Nilai Matriks Probabilitas *steady state*

Panjang Data	Periode	Langkah ke-	Matriks <i>steady state</i> ( $\pi_i$ )		
10 tahun	1	5	0,332	0,3582	0,3097
			0,332	0,3582	0,3097
			0,332	0,3582	0,3097
	2	7	0,2306	0,533	0,2364
			0,2306	0,533	0,2364
			0,2306	0,533	0,2364
	3	5	0,3337	0,3435	0,3228
			0,3337	0,3435	0,3228
			0,3337	0,3435	0,3228
15 tahun	1	7	0,3355	0,3475	0,3171
			0,3355	0,3475	0,3171
			0,3355	0,3475	0,3171
	2	7	0,2257	0,5458	0,2285
			0,2257	0,5458	0,2285
			0,2257	0,5458	0,2285
	3	5	0,3249	0,3552	0,3198
			0,3249	0,3552	0,3198
			0,3249	0,3552	0,3198
20 tahun	1	5	0,3282	0,3591	0,3126
			0,3282	0,3591	0,3126
			0,3282	0,3591	0,3126
	2	5	0,2206	0,5561	0,2233
			0,2206	0,5561	0,2233
			0,2206	0,5561	0,2233
	3	5	0,3168	0,373	0,3102
			0,3168	0,373	0,3102
			0,3168	0,373	0,3102
27 tahun	1	6	0,3248	0,3659	0,3093
			0,3248	0,3659	0,3093
			0,3248	0,3659	0,3093
	2	5	0,2211	0,5571	0,2218
			0,2211	0,5571	0,2218
			0,2211	0,5571	0,2218
	3	6	0,3099	0,3851	0,305
			0,3099	0,3851	0,305
			0,3099	0,3851	0,305

(Sumber: Perhitungan)

## 3. Menentukan deretan hari hujan dan kering

Dalam mendapatkan suatu deretan hari hujan dan kering maka diperlukan suatu angka acak berdistribusi seragam pada interval (0,1) yang digunakan sebagai pembaca probabilitas hari hujan dan kering. Angka acak tersebut dijalankan secara bergantian.

Angka acak dapat diperoleh dari *Microsoft Excel* dengan membuat formula **=RAND()\*1** yang akan menghasilkan angka acak berdistribusi seragam dengan interval (0,1). Dengan formula tersebut maka angka acak bisa dihasilkan dengan jumlah yang banyak

Sehingga lamanya hari hujan atau nilai  $k'$  dan lamanya hari kering atau  $m'$  dapat ditentukan. Untuk mempermudah mendapatkan nilai  $k'$  dan  $m'$  maka diperlukan fungsi **IF** pada *Microsoft Excel* seperti di bawah ini:  
**=IF(Logical\_test;[value\_if\_true];[value\_if\_false])**

Tabel 3. Angka Acak untuk Probabilitas Hari Hujan dan Kering

No.	angka acak	$m1'$ (hari)	angka acak	$k1'$ (hari)
1	0,302	1	0,835	3
2	0,238	1	0,803	2
3	0,860	6	0,124	1
4	0,514	2	0,211	1
5	0,661	3	0,076	1
6	0,501	2	0,462	1
7	0,347	2	0,799	2
8	0,698	4	0,832	3
9	0,532	2	0,272	1
10	0,232	1	0,373	1
11	0,987	12	0,912	3
12	0,345	2	0,648	2
13	0,582	3	0,089	1
14	0,672	3	0,617	2
15	0,641	3	0,077	1
16	0,939	8	0,271	1
17	0,249	1	0,311	1
18	0,950	8	0,018	1
19	0,261	1	0,898	3
20	0,691	4	0,601	2
21	0,146	1	0,071	1

No.	angka acak	m1' (hari)	angka acak	k1' (hari)
22	0,884	6	0,519	1
23	0,473	2	0,064	1
24	0,406	2	0,834	3
25	0,050	1	0,419	1
Jumlah		81		40
				121

(Sumber : Perhitungan)

#### 4. Perhitungan frekuensi probabilitas bersyarat curah hujan harian

Sebelum menghitung frekuensi probabilitas bersyarat curah hujan terlebih dahulu curah hujan dibagi beberapa kelas dengan interval tertentu. Dan diharapkan interval kelas tidak terlalu tinggi karena akan mempengaruhi hasil simulasi.

Tabel 4. Pembagian kelas dan interval curah hujan

kelas	Interval (mm)	kelas	Interval (mm)	kelas	Interval (mm)
1	$0 \leq X < 0,5$	11	$32 \leq X < 36$	21	$75 \leq X < 80$
2	$0,5 \leq X < 2,5$	12	$36 \leq X < 40$	22	$80 \leq X < 85$
3	$2,5 \leq X < 5$	13	$40 \leq X < 44$	23	$85 \leq X < 90$
4	$5 \leq X < 8$	14	$44 \leq X < 48$	24	$90 \leq X < 100$
5	$8 \leq X < 12$	15	$48 \leq X < 52$	25	$100 \leq X < 110$
6	$12 \leq X < 16$	16	$52 \leq X < 56$	26	$110 \leq X < 120$
7	$16 \leq X < 20$	17	$56 \leq X < 60$	27	$120 \leq X < 140$
8	$20 \leq X < 24$	18	$60 \leq X < 65$	28	$140 \leq X < 160$
9	$24 \leq X < 28$	19	$65 \leq X < 70$	29	$160 \leq X < 190$
10	$28 \leq X < 32$	20	$70 \leq X < 75$	30	$190 \leq X < 220$

(Sumber : Perhitungan)

#### 5. Perhitungan Distribusi Gamma

Untuk membentuk matriks probabilitas transisi maka digunakan distribusi gamma. Pada distribusi gamma terdapat parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  yang didapatkan dari perhitungan frekuensi tiap kelas interval.

#### 6. Menentukan besar curah hujan harian

Dalam menentukan besar curah hujan diperlukan matriks probabilitas transisi yang telah dibentuk sebelumnya dan sejumlah angka acak berdistribusi seragam. Matriks probabilitas transisi yang telah dihasilkan akan dikumulatifkan dalam tiap kelas sehingga tiap kelasnya terdapat nilai probabilitas kumulatif dari distribusi gamma. Perhitungan dilakukan dengan menyocokkan antara angka acak dan nilai probabilitas kumulatif. Dimisalkan hari pertama adalah

hujan kelas 1 maka diambil angka acak pertama ( $U_1$ ) dan memasukkan pada baris pertama dari matriks transisi kumulatif sehingga besar curah hujan berikutnya ( $r_1$ ) dapat ditemukan sesuai dengan probabilitas kumulatif  $P_{0j}$  dimana  $r$  adalah nilai tengah dari interval kelas curah hujan. Selanjutnya diambil angka acak berikutnya ( $U_2$ ) dan memasukkan pada baris matriks transisi kumulatif dengan kelas sesuai besar curah hujan ( $r_1$ ) yang dihasilkan sebelumnya sehingga besar curah hujan berikutnya ( $r_2$ ) dapat ditemukan sesuai dengan probabilitas kumulatif  $P_{ij}$ . Prosedur ini dilanjutkan dengan mengambil angka acak berikutnya ( $U_n$ ) dan memasukkan pada baris matriks transisi kumulatif sesuai dengan kelas besar curah hujan yang dihasilkan sebelumnya ( $r_{n-1}$ ) sehingga dihasilkan besar curah hujan berikutnya ( $r_n$ ). Prosedur seperti di atas dilakukan dan dihentikan apabila telah dihasilkan besar curah hujan ( $r$ ) sebanyak jumlah hari hujan yang dihasilkan pada simulasi hari hujan dan kering. Untuk mendapatkan hasil yang baik maka angka – angka acak ( $U$ ) diganti-ganti sehingga didapatkan distribusi curah hujan yang dihasilkannya sesuai atau mendekati dengan distribusi curah hujan pada panjang data yang digunakan.

Tabel 5. Hasil simulasi besar curah hujan

No.	Hasil simulasi besar curah hujan (mm)								
1	30	42	95	115	105	30	1,25	18	3,75
2	22	72,5	30	22	14	72,5	14	10	87,5
3	6,5	30	72,5	42	58	14	30	77,6	1,5
4	3,75	6,5	3,75	34	3,75	3,75	38	6,5	10
5	42	77,5	87,5	22	42	54	6,5	26	1,5
6	22	34	10	10	26	14	14	1,25	26
7	6,5	38	6,5	67,5	77,5	67,5	72,5	3,75	6,5
8	10	14	26	22	26	10	18	82,5	72,5
9	67,5	18	10	3,75	42	6,5	14	30	14
10	6,5	26	38	50	14	34	14	18	30

(sumber : perhitungan)

#### 7. Penggabungan hasil simulasi

menggabungkan hasil simulasi hari hujan dan kering dengan hasil simulasi besar curah hujan.

Tabel 6. Curah hujan harian simulasi (mm)

Tanggal	Jan	Feb	Maret	April
1	30	95	3,75	38
2	-	-	50	-
3	-	-	105	6,5

Tanggal	Jan	Feb	Maret	April
4	-	-	-	-
5	22	30	14	-
6	-	72,5	58	-
7	-	-	3,75	14
8	6,5	3,75	-	72,5
9	3,75	-	-	18
10	42	87,5	42	14
11	22	10	26	-
12	6,5	6,5	77,5	-
13	10	26	-	14
14	-	10	26	-
15	67,5	38	42	18
16	6,5	115	14	10
17	-	22	30	77,6
18	42	42	72,5	6,5
19	72,5	34	14	26
20	30	22	3,75	1,25
21	-	10	54	-
22	6,5	-	-	3,75
23	77,5	-	14	82,5
24	-	-	-	-
25	34	67,5	67,5	30
26	38	22	10	18
27	-	-	6,5	-
28	-	-	34	-
29	14		1,25	-
30	18		14	3,75
31	26		30	
Jumlah	575,25	713,75	813,5	454,35
Rata"	18,6	24,6	26,2	15,1
Max	77,5	115	105	82,5
J.H.H	20	18	25	18

(sumber : perhitungan)

## 8. Uji Chi-kuadrat terhadap data pengamatan

Uji Chi-Kuadrat ini bertujuan untuk mengetahui apakah data curah hujan hasil simulasi sesuai atau mempunyai kesamaan dengan data curah hujan aslinya (hasil pengukuran).

Karena data yang dihipotesis atau diuji adalah data rasio, maka data tersebut harus di bagi dalam kelas-kelas agar berbentuk data nominal. Penentuan kelas interval pada pengujian ini ditetapkan dengan interval 10 mm dengan banyak kelas tergantung pada

hujan maksimum pada data curah hujan pengamatan.

Tabel 7. Kesimpulan uji Chi-kuadrat terhadap data pengamatan.

Panjang data		Kesimpulan uji Chi-Kuadrat terhadap data pengamatan pada stasiun Koto Baru																		
		Periode	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
27 Tahun	1																			Sesuai
	2																			Tidak
	3																			Tidak
20 Tahun	1												Sesuai	Tidak	Sesuai	Tidak	Tidak	Sesuai	Tidak	Tidak
	2												Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
	3												Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
15 Tahun	1						Tidak	Sesuai	Tidak	Sesuai	Sesuai	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
	2						Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
	3						Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
10 Tahun	1		Tidak	Sesuai	Tidak	Sesuai	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
	2	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
	3	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

(Sumber : perhitungan)

## E. KESIMPULAN

Studi yang dilakukan dengan tujuan mengetahui kehandalan rantai Markov dan pengaruhnya terhadap panjang data yang digunakan menghasilkan beberapa kesimpulan yaitu:



- a. Hasil uji Chi-Kuadrat terhadap data pengamatan yang menyatakan sesuai atau cocok adalah 7,5 % pada stasiun Muara Lembu, 8,33 % pada stasiun Lipat Kain, 6,67 % pada stasiun Koto Baru dan 9,17 % pada stasiun pasar Kampar. Jadi, Hasil uji Chi-Kuadrat yang dilakukan tiap stasiun di DAS Kampar menyatakan bahwa tidak lebih dari 50% curah hujan hasil simulasi sesuai atau cocok dengan curah hujan hasil pengamatan.
- b. Tingkat kesalahan pada simulasi deretan hari hujan dan kering akan bertambah besar jika langkah transisi rantai Markov bertambah. Dan Tingkat kesalahan pada simulasi besar curah hujan untuk stasiun yang ada di DAS Kampar akan bertambah besar jika langkah transisi rantai Markov bertambah.
- c. Kehandalan rantai Markov yang mempunyai tingkat kesalahan paling sedikit pada simulasi deretan hari hujan dan kering yaitu 18,05 % pada stasiun Muara Lembu dengan transisi ke-5 dan panjang data 20 tahun, 4,55 % pada stasiun Koto Baru dengan transisi ke-1 dan panjang data 10 tahun, 4,77 % pada stasiun Lipat Kain dengan transisi ke-5 dan panjang data 20 tahun dan 12,92 % pada stasiun Pasar Kampar dengan transisi ke-2 dan panjang data 15 tahun.
- d. Kehandalan rantai Markov yang mempunyai tingkat kesalahan paling sedikit pada simulasi besar curah hujan harian yaitu 15,62 % pada stasiun Muara Lembu dengan transisi ke-1 dan panjang data 10 tahun, 19,27 % pada stasiun Koto Baru dengan transisi ke-11 dan panjang data 10 tahun, 11,98 % pada stasiun Lipat Kain dengan transisi ke-15 dan panjang data 10 tahun dan 13,76 % pada stasiun Pasar Kampar dengan transisi ke-3 dan panjang data 10 tahun.

## F. DAFTAR PUSTAKA

**Erwanto, A., Sudira, P., & Supatmo, S.** 2006. Pembangkitan Data Hujan Harian dengan Model Rantai Markov untuk

Penyediaan Air Irigasi. *Universitas Gajah Mada*. 12: 31-33.

**Harto, Sri.** 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

**Hillier, Lieberman.** 2005. *Introduction to Operation Research, eight edition*. Mc Grow-Hill. *International Edition*.

**Jovanovic, S., Dakkak, A.R., Cabric, M., & Brajkovic, M.** 1974. Simulation of daily Rainfall series Using Markov Chain Models. *Institute for the Water Resources Development*. 1: 110-120.

**Suripin.** 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta. Penerbit Andi.